

**Patent number:** 93211508.X  
**Publication number:** CN2156492Y  
**Publication date:** 1994-02-16  
**Inventor:** YUNDE JIA (CN); KEJIE LI (CN)  
**Applicant:** BEIJING SCIENCE & ENG (CN)  
**Classification:**  
**- International:** G01L1/24  
**Application number:** CN19930211508U 19930507  
**Priority number(s):** CN19930211508U 19930507  
**Title:** Flexible photo touch sensor  
**Abstract:**

A flexible photo touch sensor, which belongs to photoelectron and electric sensor, is based on a TIR (Total Internal Reflection). A contact arrangement sensor of a waveguide plate is fabricated with a transparent rubber material. The sensor includes a light source, a flexible pressing photosensitive layer, a configuration transmission system and a CCD photographing device. The sensor has a desired flexibility, a low energy sensitivity limit value and collision prevention characteristics, excluding characteristics of a general rigid waveguide plate sensor. A contact signal is provided to allow a technician to quickly recognize an object. The rubber waveguide material is based on the necessity of making various shapes such as a plane shape, a circumferential shape and a hemisphere shape.



# 权 利 要 求 书

---

1. 柔性光学触觉传感器主要由光源(11), 柔性压光敏感层, 图象传输系统和CCD摄象装置(7)组成, 其特征在于柔性压光敏感层中的白色弹性膜(2)下面是透明橡胶波导板(4), 支承透明橡胶波导板(4)的是三棱镜(5)的入光面. 柔性压光敏感层产生的触觉图象经图象传输系统进入CCD摄象装置(7).
2. 根据权利要求1所述的柔性光学触觉传感器, 其特征在于光源(11)为普通微型白炽灯(0.2—2瓦). 光源(11)发出的光导向透明橡胶波导板(4)的侧面, 并垂直入射进透明橡胶波导板(4).

## 一种柔性光学触觉传感器

本实用新型属于光学和机电传感器技术领域，国际分类号为G01L, G06K (IPC第四版)

和本实用新型相关的技术有：触觉传感器，光学传感器，机电传感器，国际分类号分别是G01D5, G01L, B25J, G06K和H01 (IPC 第四版)。

和本实用新型相近的文献有：

1. Begej, B. Planar and Finger-Shaped Optical Tactile Sensors, IEEE Journal of Robotics and Automation, 4 ( 5), 1988.
2. Maekawa, H. et al. Development of a Finger-Shaped Tactile Sensor and Its Evaluation by Active Touch. IEEE Proc. Int. conf. on Robotics and Automation, 1992.
3. 李科杰, 石庚辰, 张秀兰 一种多功能触觉传感器的设计, 《北京理工大学学报》, 15 (2), 1992.

触觉传感器是智能机器人最重要的传感器之一。本实用新型的目的是为智能机器人设计一种具有高空间分辨力，高柔性，低力灵敏阈值，不怕碰撞等特点的新型触觉传感器。

光学触觉传感器，特别是基于光学全内反射原理 ( Total Internal Reflection, TIR) 的光学触觉传感器，以其敏感面大，分辨力高，耐用性好，无电磁接口并与视觉技术兼容等优点在机器人

和医学领域中得到了应用。但目前利用TIR原理制作的各種光学触觉传感器，有一个共同的特点，就是使用透明刚性波导板 (Waveguide) 和紧贴在其上的白色弹性膜作为触觉传感器的敏感面，由于波导板是刚性材料，如玻璃、聚丙烯等，要求被接触的试件必须有非常平整的接触面才能获得清晰图象。在实际中大多数物体的特征面是不平整的平面或曲面，因此限制了这种类型传感器在机器人系统中的应用。

本实用新型提出的柔性光学触觉传感器采用透明柔软橡胶材料作为波导板，并与白色弹性膜一起组成触觉传感器的敏感面。由于传感器的敏感面是由柔软橡胶材料制成的，具有很高的柔性，因此，这种传感器不仅可以接触不平整的平面而且可以接触非凹曲面。另外传感器采用了光学波导触觉成象原理，故传感器可以获取清晰的纹理图象，如硬币等。橡胶波导材料可以根据实际需要做成各种形状，如平面状、圆柱状、半球状等。

柔性光学触觉传感器由光源，柔性压光敏感层，图象传输系统和CCD摄象装置组成，柔性压光敏感层是一种由白色弹性膜，透明橡胶波导板和支撑板组成的三明治结构。光线从波导板的边缘垂直射入波导板，由于波导板两侧是光密媒质—空气，因此光线在波导板内发生全内反射。在理想情况下，没有光线从波导板两侧泄漏出去，此时观察支撑板下面，将会看到一片黑色的背景。当弹性膜在外力作用下紧贴在波导板上时，在紧贴部位处，波导板内的光线不再是从光密媒质(透明橡胶波导板)射向光疏媒质(空气间隙)，而是从光疏媒质(透明橡胶波导板)射向光密媒质(白色弹性膜)，因此有光线从这一部位泄漏出去，并在白色弹性膜上产生漫反射，漫反射光经波导板及支撑板射出来，形成接触力分布函数，即触觉图象。随着接触力增加，弹性膜与波导板表面的接触面积增大，因而使漫反射光强增大，触觉图象增强。一般来说，漫反射光强与接触压力近似成正比。触觉图象经光学系统成象进入CCD摄象装置。

本实用新型与现有技术相比具有如下优点:

1. 高空间分辨力和高柔性.
2. 力灵敏阈值低.
3. 不怕碰撞和碰撞.
4. 体积小.

本实用新型通过附图说明如下:

附图是柔性光学触觉传感器的结构示意图。柔性光学触觉传感器由光源(11), 柔性压光敏感层, 图象传输系统和CCD摄象装置(7)组成。柔性压光敏感层由白色弹性膜(2), 透明橡胶波导板(4) 和三棱镜(5) 组成。图象传输系统由自聚焦透镜(10)、显微物镜(6)、传象光缆(9) 组成。光源(11) 为普通微型白炽灯(0.5—2瓦), 光源(11) 发出的光导向波导板(4) 的侧面, 以便使光线垂直入射进波导板(4)。

白色弹性膜(2) 在未受压力时, 白色弹性膜(2) 与波导板之间存在一空气间隙(3), 因此进入波导板的光线在波导板内发生全内反射, 通过三棱镜(5) 观察波导板(4) 的底面, 将会看到深灰色背景, 当凹痕压体(1) 以一定力接触白色弹性膜(2), 使白色弹性膜(2) 紧贴在波导板上, 在紧贴部位上, 波导板内的光线不再是从光密媒质—透明橡胶波导板(4), 射向光疏媒质—空气间隙(3), 而是从光疏媒质—透明橡胶波导板(4), 射向光密媒质—白色弹性膜(2), 因此有光线从这一紧贴部位泄漏出去, 并在白色弹性膜(2) 上产生漫反射, 漫反射经透明橡胶波导板(4) 及三棱镜(5) 射出来, 形成凹痕压体的触觉图象。该图象经图象传输系统进入CCD摄象装置(7)。

三棱镜(5) 有两个作用, 一是支撑透明橡胶波导板, 二是增大光程, 以便减少传感器尺寸。自聚焦透镜(10) 是直径仅为2mm的廉价透镜, 并和传象光缆(9) 共同组成微型摄象镜头。对于摄象敏感面积为 $6 \times 4.5\text{mm}$ 阵列数 $604 \times 588$ 的摄象器件, 可以通过显微物镜(11) 同时并行接收4路传象光缆传来的触觉图象。

# 说明书附图

